

25 FEB 2005
PCT/JP03/11102

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.08.03

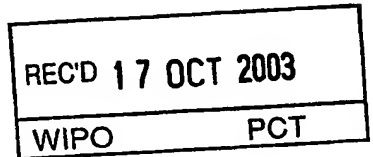
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 8月30日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-255278
[ST. 10/C]: [JP2002-255278]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社東芝

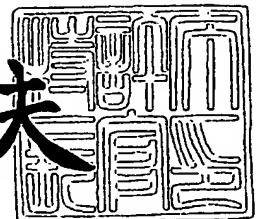


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3080985

【書類名】 特許願

【整理番号】 13827601

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/20

【発明の名称】 プラント機器の運用支援装置

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 藤 山 一 成

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 藤 原 敏 洋

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 齊 藤 和 宏

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 平 澤 泰 治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 長 井 敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 吉 瀬 仁 志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 岡 崎 光 芳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 児 玉 寛 嗣

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 蓑 和 昌 則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 岩 橋 隆 行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 秋 國 康 成

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 有 村 正 雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東
芝 京浜事業所内

【氏名】 高 木 健太郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東
芝 京浜事業所内

【氏名】 浅 津 静 一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東
芝 京浜事業所内

【氏名】 原 田 茂

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100077609

【弁理士】

【氏名又は名称】 玉 真 正 美

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラント機器の運用支援装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラント機器の運転要求項目の情報を入力する運転要求入力手段と、
前記運転要求入力手段により入力された運転要求入力情報をプラント機器の運転パラメータに変換する運転条件設定手段と、
前記プラント機器の運転状態を監視する運転モニタリング手段からの入力に基づき、前記運転条件設定手段により変換された前記運転パラメータの時系列処理を行って運転履歴を作成する運転履歴作成手段と、
前記プラント機器のイベントツリーと故障事象に対する不信頼度とを関連付けて記憶した故障統計データベースと、
前記故障統計データベースの情報、運転要求情報および運転履歴情報を基に前記プラント機器のイベントツリーにしたがって前記運転パラメータに対応した不信頼度を計算するイベントシミュレーション手段と、
前記イベントツリーにしたがって前記不信頼度と前記復旧コストとの積を累計してリスクコストを計算するリスクコスト計算手段と、
前記リスクコストと運転継続により予定される利得との比較から運転条件の適否を判定する運転方法判定手段と、
前記運転方法は定手段により判定された運転方法に応じて前記プラント機器に指定運転条件を指示する運転方法指示手段と
をそなえたことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、
前記運転モニタリング手段は、プラント機器の作動流体の温度、圧力、回転部の回転数、出力負荷の全てまたは一部を検知する検知手段を備え、検知された信号を時系列処理して定常および非定常運転を予め設定した分類に整理し、起動回数および運転時間のデータを蓄積して記憶するようにしたことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記故障統計データベースは、対象とするプラントまたは同型の他のプラントにおける過去の故障事象から、き裂、変形、エロージョン、摩耗、酸化、腐食、材料劣化、破損、性能低下、機能低下に関するイベントツリーと、事象毎の不信頼度関数とが運転条件に対応した材料寿命パラメータの関数あるいは運転条件を表す温度、応力、ひずみ、環境因子のパラメータの関数として表されたものを用いることを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記プラント機器の運転中の故障事象または故障前駆事象を検知する故障モニタリング手段と、

前記故障モニタリング手段により検知された検知信号によって直ちに運転を停止すべきか否かを判定する緊急停止判定手段とを備え、

直ちに運転を停止しない場合に前記故障統計データベースに記憶させたイベントツリー中の生起済み事象の確率を事前確率から事後確率に補正し、かつその後続する事象も生起済み事象の事後確率を用いて補正し、前記イベントシミュレーション手段に用いる不信頼度を補正して用いるようにしたことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記故障モニタリング手段は、前記プラント機器の部材温度、変形・変位、振動、潤滑油温度、潤滑油成分変化、部分熱効率、プラント効率、作動流体リーク、運転音、アコースティックエミッション信号の全てまたは一部を検知し、故障事象または故障前駆事象が生起したか否かの情報を前記緊急停止判定手段および前記故障統計データベースに伝送するようにしたことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記プラント機器の停止中に、機器部材の故障事象または故障前駆事象を点検する点検手段を備え、

前記点検手段によって検知された故障事象または故障前駆事象の生起情報を前記故障統計データベースに伝送し、不信頼度関数を事後確率に補正するとともに、前記運転方法判定手段において運転再開不可と判定された場合および条件付き運用可能判定が得られた場合は補修方法を選択し、補修を実施した場合の前記故障統計データベースの中における不信頼度を変更するとともに再度シミュレーションを行って、前記運転方法判定手段における判定を行うことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 7】

請求項 6 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記点検手段は、前記プラント機器のき裂、変形・変位、エロージョン、摩耗、酸化、腐食、破損の全てあるいは一部を CCD カメラ、超音波センサ、電気抵抗センサ、電磁気センサの全てあるいは一部を用いて計測または検出することを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 8】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記プラント機器の運転履歴情報と運転要求入力情報とから、統計的材料データベースに予め記憶させた材料寿命特性とその確率分布とを用いて、クリープおよび疲労に対する寿命に確率を付して寿命評価結果を計算する確率論的寿命評価手段を備え、

前記確率論的寿命評価手段により求められた寿命評価結果から不信頼度関数を計算し、この計算結果を前記故障統計データベースに格納し、前記イベントシミュレーション手段における計算に適用することを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記プラント機器の停止中に、機器部材の材料劣化および材料損傷の値を計測する劣化・損傷計測手段をそなえ、

前記劣化/計測手段により得られた劣化・損傷計測値から確率論的寿命評価手段での評価処理に必要な統計的材料データを決定するようにしたことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載のプラント機器の運用支援装置において、

前記劣化・損傷計測手段は、機器部材の軟化、脆化、クリープボイド、き裂、変形、ひずみを計測する硬さ計測手段、電磁気計測手段、サンプリング手段、レプリカ採取手段、電気抵抗計測手段の全てまたは一部を用いることを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【請求項 11】

請求項 1 記載のプラント機器の運用支援装置において、

複数のプラントまたはユニットについて、前記運転要求入力手段と、前記運転モニタリング手段と、前記故障モニタリング手段とによる情報伝送と、前記運転方法指示手段の情報出力とを、ネットワークを用いて行うことを特徴とする、プラント機器の運用支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、火力発電プラントにおける蒸気タービンをはじめとするプラント機器を、破損・性能低下・機能停止に対するリスクを考慮して運転支援および保守管理支援する運用支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

火力発電プラントなどにおいて、エネルギーの有効活用の観点から急速起動や負荷変動などのフレキシブルな運用への対応が求められている。その一方で、プラント機器に故障や事故が生じないようにするとともに、できるだけ安価に保守管理を行うことも要求されている。

【0003】

これらの要求を満たすために、プラントの運転パターンを最適に選択する方法

の確立が求められているが、その一つの方法として運転による利得とリスクとを定量的に評価し比較することによって判定するリスクベースの技術の適用が考えられる。

【0004】

【非特許文献1】

木原他著、日本工業出版社発行、「配管技術」2000年12月号、76-79頁

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

これまで、リスクコストの評価を基にした保守管理方法は提案されている（上記非特許文献1）が、プラントの運用最適化に供することのできる装置は提案されていない。

【0006】

本発明は上述の点を考慮してなされたもので、プラントを構成する機器の破損・性能低下・機能停止によるリスクコストを予測し、運用による利得と比較しながら最適な運用方法を選択し指示する装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的達成のため、本発明では、次のような装置を提供する。

請求項1記載のプラント機器の運用支援装置は、プラント機器の運転要求項目の情報を入力する運転要求入力手段と、前記運転要求入力手段により入力された運転要求入力情報をプラント機器の運転パラメータに変換する運転条件設定手段と、前記プラント機器の運転状態を監視する運転モニタリング手段からの入力に基づき、前記運転条件設定手段により変換された前記運転パラメータの時系列処理を行って運転履歴を作成する運転履歴作成手段と、前記プラント機器のイベントツリーと故障事象に対する不信頼度とを関連付けて予め記憶した故障統計データベースと、前記故障統計データベースの情報、運転要求情報および運転履歴情報を基に前記プラント機器のイベントツリーにしたがって前記運転パラメータに対応した不信頼度を計算するイベントシミュレーション手段と、前記イベントツリーにしたがって前記不信頼度と前記復旧コストとの積を累計してリスクコスト

を計算するリスクコスト計算手段と、前記リスクコストと運転継続により予定される利得との比較から運転条件の適否を判定する運転方法判定手段と、前記運転方法は定手段により判定された運転方法に応じて前記プラント機器に指定運転条件を指示する運転方法指示手段とをそなえたため、プラント機器の運転要求項目の実現可否をオンラインで判定し、必要な運転方法指示を行うことができる。

【0008】

請求項2記載のプラント機器の運用支援装置は、運転モニタリング手段が、プラント機器の作動流体の温度、圧力、回転部の回転数、出力負荷の全てまたは一部を検知する検知手段を備え、検知された信号を時系列処理して定常および非定常運転を予め設定した分類に整理し、起動回数および運転時間のデータを蓄積して記憶するようにしたため、自動的に該プラントの詳細な運転履歴を作成することができる。

【0009】

請求項3記載のプラント機器の運用支援装置は、故障統計データベースが、請求項1記載のプラント機器の運用支援装置における前記故障統計データベースが、対象とするプラントまたは同型の他のプラントにおける過去の故障事象から、き裂、変形、エロージョン、摩耗、酸化、腐食、材料劣化、破損、性能低下、機能低下に関するイベントツリーと、事象毎の信頼度関数とが運転条件に対応した材料寿命パラメータの関数あるいは運転条件を表す温度、応力、ひずみ、環境因子のパラメータの関数として表されたものを用いたため、種々の運転状態に対応したイベントシミュレーションおよびリスクコストの計算ができる。

【0010】

請求項4記載のプラント機器の運用支援装置は、プラント機器の運転中の故障事象または故障前駆事象を検知する故障モニタリング手段と、この故障モニタリング手段により検知された検知信号によって直ちに運転を停止すべきか否かを判定する緊急停止判定手段とを備え、直ちに運転を停止しない場合に故障統計データベースに記憶させたイベントツリーの中の生起済み事象の確率を事前確率から事後確率に補正し、かつその後続する事象も生起済み事象の事後確率を用いて補正し、前記イベントシミュレーション手段に用いる信頼度を補正して用いるよう

にしたため、何らかの故障事象または故障前駆事象が生じた場合にも的確なリスクコストの評価を行い、適切な運転方法を選択することができる。

【0011】

請求項5記載のプラント機器の運用支援装置は、前記故障モニタリング手段が、前記プラント機器の部材温度、変形・変位、振動、潤滑油温度、潤滑油成分変化、部分熱効率、プラント効率、作動流体リーク、運転音、アコースティックエミッション信号の全てまたは一部を検知し、故障事象または故障前駆事象が生じたか否かの情報を前記緊急停止判定手段および前記故障統計データベースに伝送するようにしたため、プラントの運転中の故障事象および故障前駆事象を的確に捉えて運転方法判定に情報を提供することができる。

【0012】

請求項6記載のプラント機器の運用支援装置は、前記プラント機器の停止中に、機器部材の故障事象または故障前駆事象を点検する点検手段を備え、この点検手段によって検知された故障事象または故障前駆事象の生起情報を前記故障統計データベースに伝送し、不信頼度関数を事後確率に補正するとともに、前記運転方法判定手段において運転再開不可と判定された場合および条件付き運用可能判定が得られた場合は補修方法を選択し、補修を実施した場合の前記故障統計データベースの中における不信頼度を変更するとともに再度シミュレーションを行って、前記運転方法判定手段における判定を行うため、保守管理も含めた最適な運用方法をリスクコストの評価をベースに判定することができる。

【0013】

請求項7記載のプラント機器の運用支援装置は、前記点検手段が、前記プラント機器のき裂、変形・変位、エロージョン、摩耗、酸化、腐食、破損の全てあるいは一部をCCDカメラ、超音波センサ、電気抵抗センサ、電磁気センサの全てあるいは一部を用いて計測または検出するため、機器の故障事象および故障前駆事象を確実に捉えてリスクコストの評価に反映し、的確な運用方法の判定に供することができる。

【0014】

請求項8記載のプラント機器の運用支援装置は、確率論的寿命評価手段が、前

記プラント機器の運転履歴情報と運転要求入力情報とから、統計的材料データベースに予め記憶させた材料寿命特性とその確率分布とを用いて、クリープおよび疲労に対する寿命に確率を付して寿命評価結果を計算する確率論的寿命評価手段を備え、前記確率論的寿命評価手段により求められた寿命評価結果から不信頼度関数を計算し、この計算結果を前記故障統計データベースに格納し、前記イベントシミュレーション手段における計算に適用するため、故障事象に先行する劣化・損傷の段階から事象に関する不信頼度を予測してリスクコストの評価に適用することができる。

【0015】

請求項9記載のプラント機器の運用支援装置は、前記プラント機器の停止中に、機器部材の材料劣化および材料損傷の値を計測する劣化・損傷計測手段をそなえ、前記劣化/計測手段により得られた劣化・損傷計測値から確率論的寿命評価手段での評価処理に必要な統計的材料データを決定するようにしたため、プラント機器の経年使用状態を反映した精度の良い余寿命評価と不信頼度関数の決定を行うことができる。

【0016】

請求項10記載のプラント機器の運用支援装置は、前記劣化・損傷計測手段が、機器部材の軟化、脆化、クリープボイド、き裂、変形、ひずみを計測する硬さ計測手段、電磁気計測手段、サンプリング手段、レプリカ採取手段、電気抵抗計測手段の全てまたは一部を用いるため、プラント機器の経年使用状態を反映した精度の良い余寿命評価と不信頼度関数の決定を行うことができる。

【0017】

請求項11記載のプラント機器の運用支援装置は、複数のプラントまたはユニットについて、前記運転要求入力手段と、前記運転モニタリング手段と、前記故障モニタリング手段とによる情報伝送と、前記運転方法指示手段の情報出力とを、ネットワークを用いて行うため、複数プラントに対してモニタリングしながらリスクコストの評価を行い、プラント群全体を最適な運用に供することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】**(第1の実施例)**

図1は、本発明の第1実施例の構成を示している。この第1の実施例は、運転要求入力手段1、運転条件設定手段2、運転モニタリング手段3、運転履歴作成手段4、故障統計データベース5、イベントシミュレーション手段6、リスクコスト計算手段7、運転方法判定手段8および運転方法指示手段9により構成されている。

この図1における運転要求入力手段1は、端末等の機器により、プラントの要求出力の達成時間と立上げ、停止スケジュールに関する情報を入力する要素である。

【0019】

図2は、運転要求入力手段11により入力する内容をグラフで表したものである。この図2に示すリードタイム、立上り時間、要求出力運転時間、停止期間に関する情報を、運転要求入力手段11により入力する。

【0020】

図3は、図1における運転条件設定手段2の機能を示したものである。この運転条件設定手段2は、入力された運転要求情報をプラント機器の運転パラメータに変換し定量化するものであり、図3に示すように、流体圧力、流体温度、回転部の回転数などの値における時間変化データとして、後続の処理手段に提供するものである。

【0021】

図4は、図1における運転モニタリング手段3の機能を示したものである。この運転モニタリング手段3は、図4に蒸気タービンの例で示すように、温度計測手段、圧力計測手段、回転計測手段、流量計測手段および出力計測手段からの計測結果が与えられてプラント機器の運転監視を行う。

すなわち、これら各計測手段により計測された機器各部の流体圧力、流体温度、流量、回転数、出力などを検出してオンラインで処理する。これらの計測手段は、圧力計、熱電対、流量計など既に一般に適用されているセンサ類を適用することで達成される。

【0022】

図5は、図1における運転履歴作成手段4の機能を示すものである。この運転履歴作成手段4は、時々刻々の運転モニタリング情報を受けて、起動～停止にかけての1回分の運転について、起動停止パターンの分類（冷起動、暖起動、熱起動、超急速起動など）に分別し、定常運転時には定格負荷、過負荷、部分負荷などのパターンに分別し、それぞれの運転時間と対応付ける。以上の情報は、時系列的に整理され運転履歴データとして記憶されて、後続の処理に利用される。

【0023】

図6は、図1における故障統計データベース5の内容を示したものである。この故障統計データベース5は、図6に蒸気タービンケーシングの一例を示すように、故障事象を生起順序および因果関係により並べた事象の木すなわちイベントツリーと各事象に割り当てられた不信頼度関数とから構成されている。

【0024】

すなわち、内部ケーシングコーナー部熱疲労き裂、クリープ・疲労き裂進展、蒸気リークによる侵食、ケーシング破壊、ケーシング水平継手面のクリープ変形、めねじ部の損傷、蒸気リークによる侵食、ケーシング破壊についての回数または時間に対する不信頼度のデータが格納されている。

この不信頼度関数は、起動回数 n に対して対象部分の低サイクル疲労寿命 N_f を分母とした規格化起動回数 n/N_f 、あるいは運転時間 t に対して対象部分のクリープ寿命 t_r を分母とした規格化運転時間 t/t_r の2つの数値の場合、これらの数値に対する不信頼度 F （すなわちその時点まで正常に作動していた機器に故障が起きる確率）を過去のプラント機器における故障データの統計解析に基づき整理したものである。そして、 N_f または t_r が温度、応力、ひずみなどの運転状態に関するパラメータであることから、運転状態の異なる場合にも適用できるように構成されている。

【0025】

図7は、図1におけるイベントシミュレーション手段6の機能を示したものである。このイベントシミュレーション手段6は、運転条件設定手段2による要求運転パラメータ、運転履歴作成手段4による運転履歴および故障統計データベ

ス5によるイベントツリーと不信頼度関数とを用い、図7に示すように熱疲労などの起動回数依存現象およびクリープなどの時間依存現象のそれぞれについて、規格化起動回数または規格化運転時間を用いて不信頼度を読み取り、不信頼度と起動回数または運転時間との関係を求める。

【0026】

図8は、図1におけるリスクコスト計算手段7の機能を示したものである。このリスクコスト計算手段7では、図8に示すように、イベントシミュレーション手段6によるシミュレーション結果を用いて、個別事象ごとの不信頼度関数に復旧コストを掛けた個別事象のリスクコストをイベントツリーの全項目について足し合わせ、運転時間または起動回数に対する総リスクコスト関数を求める。

【0027】

図9は、図1の運転方法判定手段8の機能を示したものである。この運転方法判定手段8は、図9に示すように、総リスクコスト関数と要求された運転によって得られる利得とを比較して、リスクコストを越えない範囲で利得を最大とするまで運転可能と判定する。

【0028】

要求された運転条件で運転ができないと判定された場合には、運転条件を緩和して修正し、イベントシミュレーション手段6へフィードバックをかける。この繰返し計算により、運転要求にできるだけ近い条件での運転方法を選択する。運転方法指示手段9では、運転要求に対して可能な最も近い運転方法を指示し出力する。

【0029】

以上のように、第1の実施例においては、プラント機器の運転要求に対して、リアルタイムにリスクコストを計算し、このリスクコストと運転により得られる利得との比較によって可能な運転方法を選択し指示するようにしたので、安全を確保しかつ最大の利得が得られるようなプラントの運転が可能となる。

【0030】

(第2の実施例)

図10は、本発明の第2実施例の構成を示している。この第2の実施例は、第

1 実施例に加えて故障モニタリング手段 10 を付加した点に特徴がある。

【0031】

図 11 は、この故障モニタリング手段 10 の機能を示したものである。故障モニタリング手段 10 は、図 11 に蒸気タービンの例で示すように、ケーシング変形計測手段、段落熱効率計測手段、メタル温度計測手段、振動計測手段、AE 計測手段、潤滑油温度計測手段、潤滑油成分計測手段、蒸気リーク計測手段および運転音計測手段などを有する。

【0032】

これら計測手段として、プラント機器の部材温度、変形・変位、振動、潤滑油温度、潤滑油成分変化、部分熱効率、プラント効率、作動流体リーク、運転音変化などを検知する熱電対、ギャップセンサー、変位計、加速度計、温度計、分析装置、集音装置、アコースティックエミッション装置などのセンサを必要に応じて取り付け、オンラインで信号を監視して、故障事象または故障前駆事象が生じたか否かの信号をモニタリングする。

【0033】

故障事象が生じた場合は、図 10 に示した緊急停止判定手段 11 において緊急停止が必要か否かを予め設定しておいた限界値との比較により判定し、緊急停止が必要ならば運転方法判定手段 8 に情報を伝達して、運転方法指示手段 9 から停止信号を出力する。

【0034】

緊急停止が不要である場合は、故障事象または故障前駆事象の生起情報を故障統計データベース 5 に伝送し、該当事象の後続事象に対して事前確率を事後確率に置き換える操作を行う。この事後不信頼度関数を用いて、イベントシミュレーション手段 6 以降の処理を第 1 実施例の場合と同様に実施する。

【0035】

以上のように、第 2 の実施例においては、プラント機器の運転要求に対して、リアルタイムにリスクを計算し、利得との比較によって可能な運転方法を選択し指示するとともに、故障事象および故障前駆事象の生起をモニタリングできるようにしたので、事象が生起した場合でも安全を確保しかつ最大の利得が得られる

ようなプラントの運転が可能となる。

【0036】

(第3の実施例)

図12は、本発明の第3実施例の構成を示すものである。この第3の実施例は、第1実施例に加えて点検手段12を付加した点に特徴がある。

【0037】

図13は、この点検手段12の構成を示したものである。点検手段12は、プラント構成機器のき裂、変形・変位、エロージョン、摩耗、酸化、腐食、破損の全てあるいは一部を、図13の蒸気タービンの例で示すように、CCDカメラを備えた画像計測手段により計測し、またき裂計測および酸化皮膜の厚さ、剥離の計測を超音波センサを備えたUT計測手段などの方法を用いて、機器を分解せずにリモートアクセスにより、あるいは機器を分解して行う。

【0038】

点検結果によって事象が生起していることが判明した場合は、故障統計データベース5に記憶されている該当事象の後続事象における不信頼度を事後値に置き換え、イベントシミュレーション手段6以降の処理を行う。

【0039】

運転方法判定手段8において、生起した事象あるいは後続事象の生起によって運転継続が不可能となるときには、補修が必要と判定し補修対策設定手段8において、き裂のはつり、溶接、熱処理、コーティング、部品交換などの必要な補修方法を選択し提示する。

【0040】

この補修により、故障統計データベース5の中の回復した事象とその後続事象を事前確率にリセットし、再度イベントシミュレーション手段6以降の処理を行うことによって、補修を組み込んだ運転方法を指示する。

【0041】

図14は、運転方法判定手段8の機能を示したものである。この運転方法判定手段8は、捕集を行う場合、コストとしては、図14に示すように、リスクコストおよび補修コスト（時間を補修間隔と読み替え、時間の漸減関数とする）の和

に対して運転継続による利得を比較する。

【0042】

以上のように、第3の実施例においては、プラント機器の運転要求に対して、点検結果を基に補正したリスクコストの計算を行うとともに、補修を考慮した評価を組み込んだことから、点検・補修による保守管理を組み込んだ形での最も利得が得られる運転前提とした場合の事象が生起した場合でも、安全を確保しかつ最大の利得が得られるようなプラントの運転を行うことが可能となる。

【0043】

(第4の実施例)

図15は、本発明の第4実施例の構成を示すものである。この第4の実施例は、第1実施例に確率論的寿命評価手段14を付加した点に特徴がある。そして、運転履歴作成手段4による運転履歴と運転条件設定手段2による運転要求情報と、統計的材料データベース15に予め記憶されたクリープや疲労などの材料寿命特性とその確率分布を基に、寿命となる運転時間または起動回数と不信頼度との関係を運転条件である温度、応力、ひずみに応じて計算する。

【0044】

図16は、クリープおよび疲労について材料寿命の統計的分布を不信頼度関数に変換した例を示す。このようにして計算された不信頼度関数を故障統計データベース5に付加し、イベントシミュレーション手段6以降の処理を行う。

【0045】

以上のように、第4の実施例においては、プラント機器の運転要求に対して、寿命評価を基に補正したリスクコストの計算を行うようにしたので、クリープや疲労の損傷蓄積による故障も加味することにより、安全で最大の利得が得られるようなプラントの運転が可能となる。

【0046】

(第5の実施例)

図17は、本発明の第5実施例の構成を示すものである。この第5の実施例は、第4実施例に劣化損傷計測手段16を付加した点に特徴がある。劣化損傷計測手段16は、経年的な部材の軟化、脆化、クリープボイド、き裂、変形、ひずみ

を硬さ計測手段、電磁気計測手段（渦電流装置）、サンプリング手段、レプリカ採取手段、電気抵抗計測手段などを用いて計測し、材料の経年劣化度および損傷度を把握してクリープや疲労によるき裂発生・進展寿命を評価するものであり、第4の実施例で示したように確率論的な寿命評価を行って不信頼度関数を求めるものである。

【0047】

以上のように、第5の実施例においては、プラント機器の運転要求に対して、劣化・損傷計測に基づいて機器部材の状態を把握した上で、寿命評価を基に補正したリスクコストの計算を行うようにしたので、経年使用されたプラントについてクリープや疲労の損傷蓄積による故障も加味して、安全で最大の利得が得られるようなプラントの運転が可能となる。

【0048】

（第6の実施例）

図18は、本発明の第6実施例の構成を示すものである。この第6の実施例では、複数のプラントに取り付けられた運転モニタリング手段3および故障モニタリング手段10からの情報をネットワーク経由で受信するとともに、運転要求入力手段1もネットワークに結合され、必要な要求入力をプラント情報を参照しつつ実施するように構成されている。

【0049】

これらの複数プラントについてリスクコストの計算を行い、総コストに基づいて運転方法の判定を行う。イベントシミュレーション手段6において、各プラントのそれぞれの運転パターンを変更して組合せ、コスト最小化あるいは利得最大化の目的に応じて最適な組合せを選定する。

【0050】

以上のように、第6の実施例においては、複数のプラント・ユニットからの情報を一括して処理するため、各プラントの運用を最適に組合せて最小のコストあるいは最大の利得が得られるような運転方法を提供することができる。

【0051】

【発明の効果】

本発明においては、プラントの運用をモニタリングしながらリスクコストの評価をベースにした運転方法の判定を行うようにしたため、保守管理コストを最小に、運転による利得を最大にするようなプラントに最適な運転方法をリアルタイムに提供し、エネルギーの有効活用に資することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の請求項 1 の構成を示すブロック線図。

【図 2】

本発明の第 1 の実施例における運転要求入力例を示す説明図。

【図 3】

本発明の第 1 の実施例における運転条件設定例を示す説明図。

【図 4】

本発明の第 1 の実施例における故障モニタリング手段の蒸気タービンへの適用例を示す説明図。

【図 5】

本発明の第 1 の実施例における運転履歴作成例を示す説明図。

【図 6】

本発明の第 1 の実施例における故障統計データベースの内容例を示す説明図。

【図 7】

本発明の第 1 の実施例におけるイベントシミュレーション例を示す説明図。

【図 8】

本発明の第 1 の実施例におけるリスクコストの計算例を示す説明図。

【図 9】

本発明の第 1 の実施例における運転方法判定例を示す説明図。

【図 10】

本発明の第 2 の実施例における構成を示すブロック線図。

【図 11】

本発明の第 2 の実施例における故障モニタリング手段を蒸気タービンに適用した例を示す説明図。

【図 1 2】

本発明の第 3 の実施例における構成を示すブロック線図。

【図 1 3】

本発明の第 3 の実施例における点検手段を蒸気タービンに適用した例を示す説明図。

【図 1 4】

本発明の第 3 の実施例における運転方法判定例を示す説明図。

【図 1 5】

本発明の第 4 の実施例における構成を示すブロック線図。

【図 1 6】

本発明の第 4 の実施例における確率論的寿命評価例を示す説明図。

【図 1 7】

本発明の第 5 の実施例における構成を示すブロック線図。

【図 1 8】

本発明の第 6 の実施例における構成を示すブロック線図。

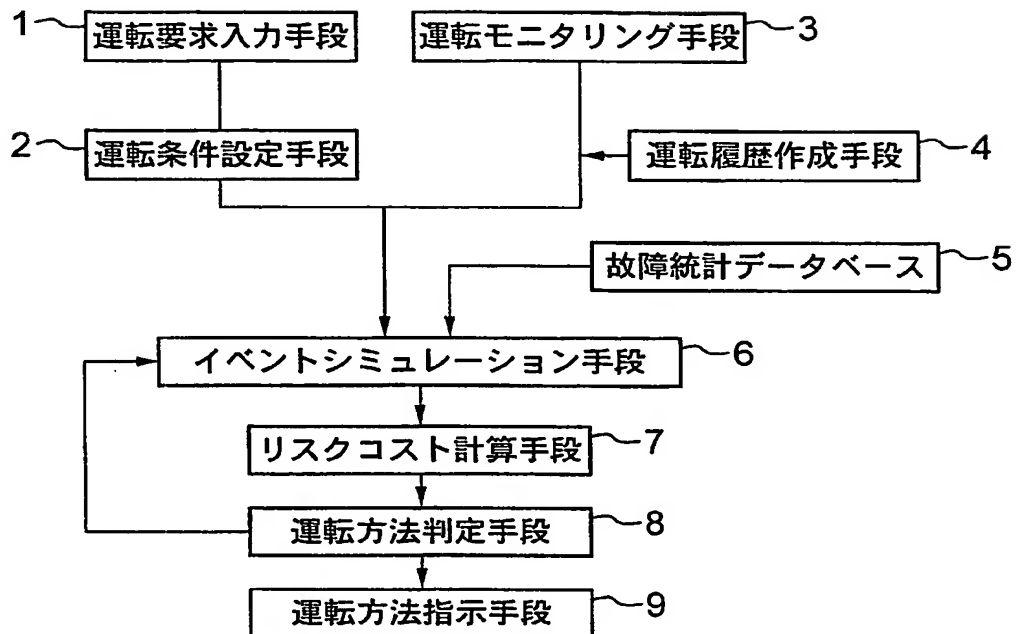
【符号の説明】

- 1 運転要求入力手段
- 2 運転条件設定手段
- 3 運転モニタリング手段
- 4 運転履歴作成手段
- 5 故障統計データベース
- 6 イベントシミュレーション手段
- 7 リスクコスト計算手段
- 8 運転方法判定手段
- 9 運転方法指示手段
- 10 故障モニタリング手段
- 11 緊急停止判定手段
- 12 点検手段
- 13 補修対策判定手段

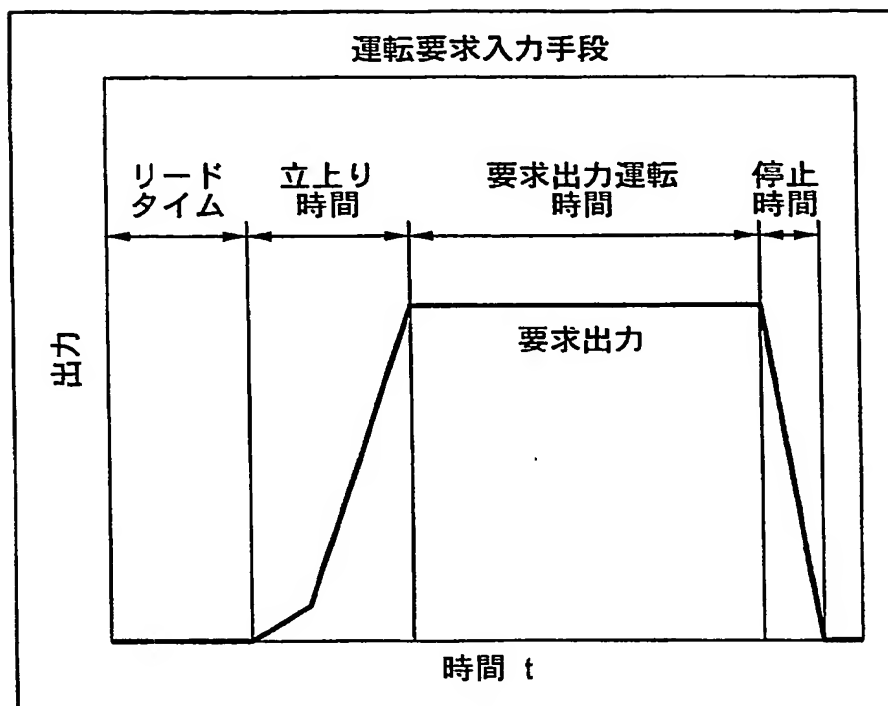
- 1 4 確率論的寿命評価手段
- 1 5 統計的材料データベース
- 1 6 劣化損傷計測手段

【書類名】 図面

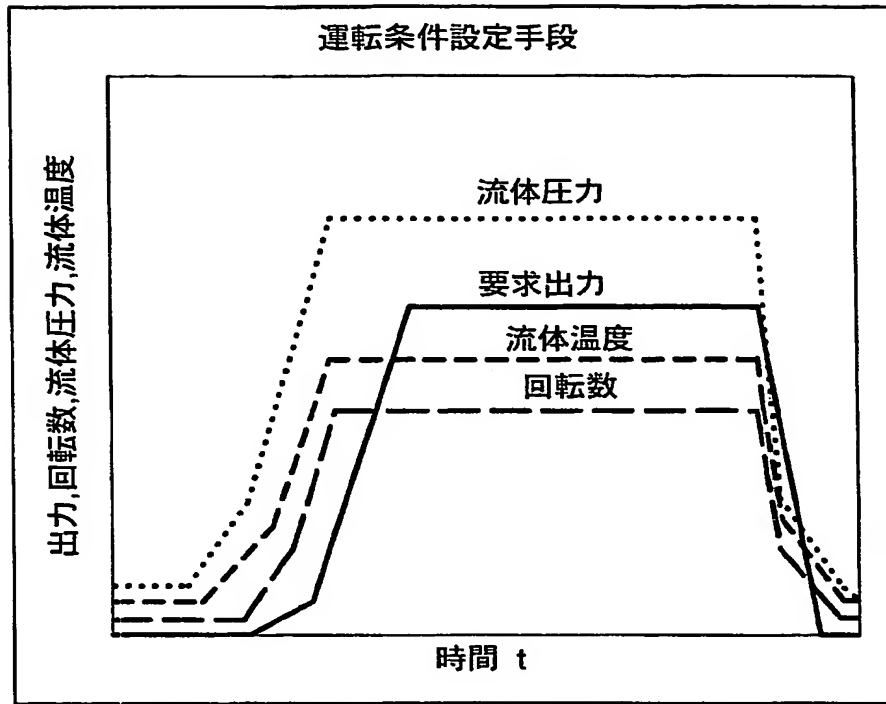
【図 1】



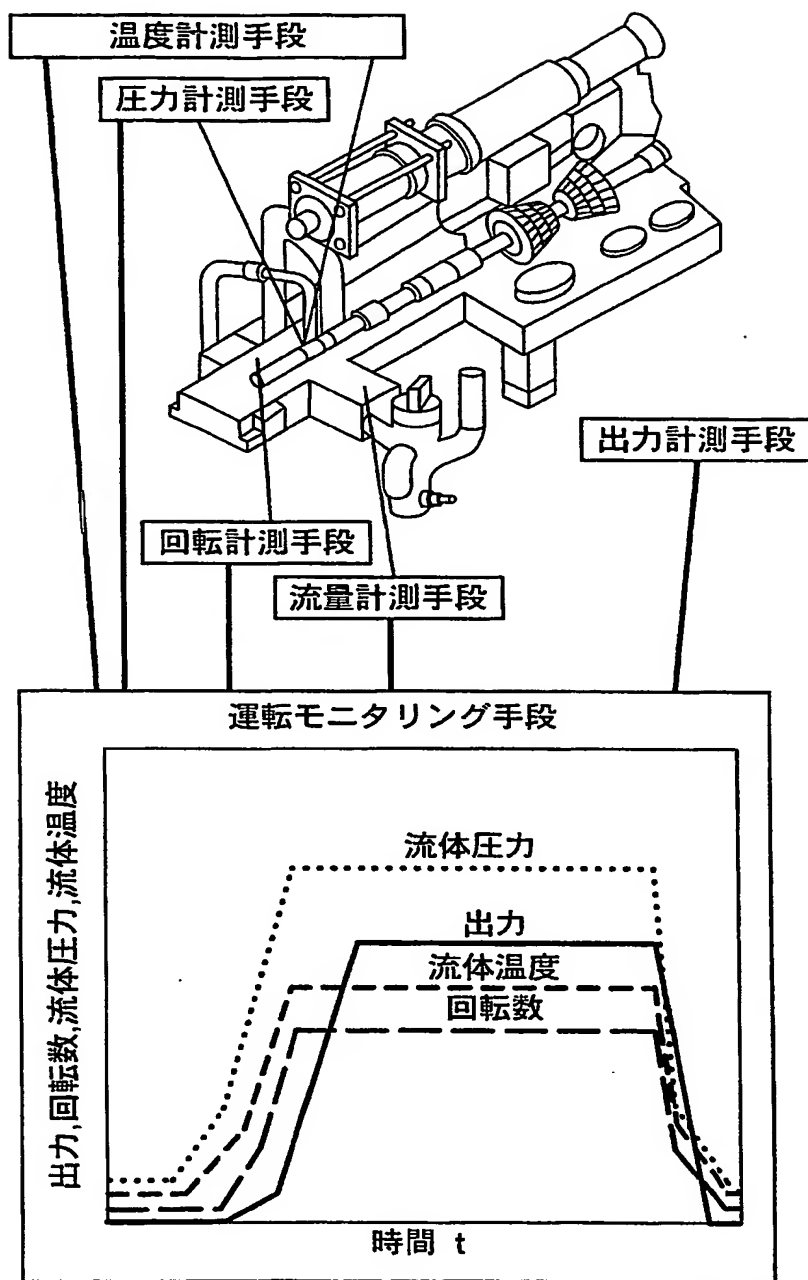
【図 2】



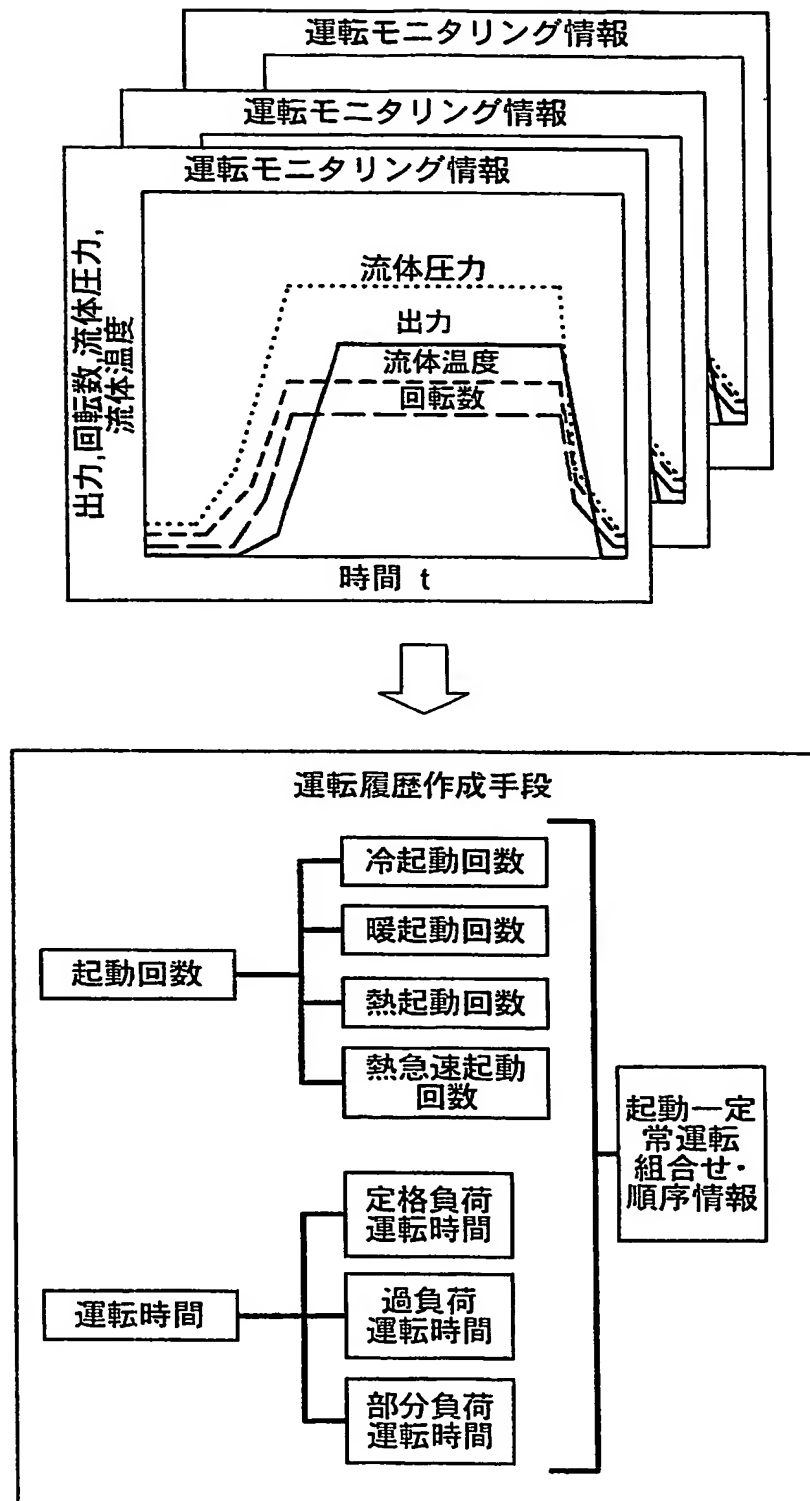
【図 3】



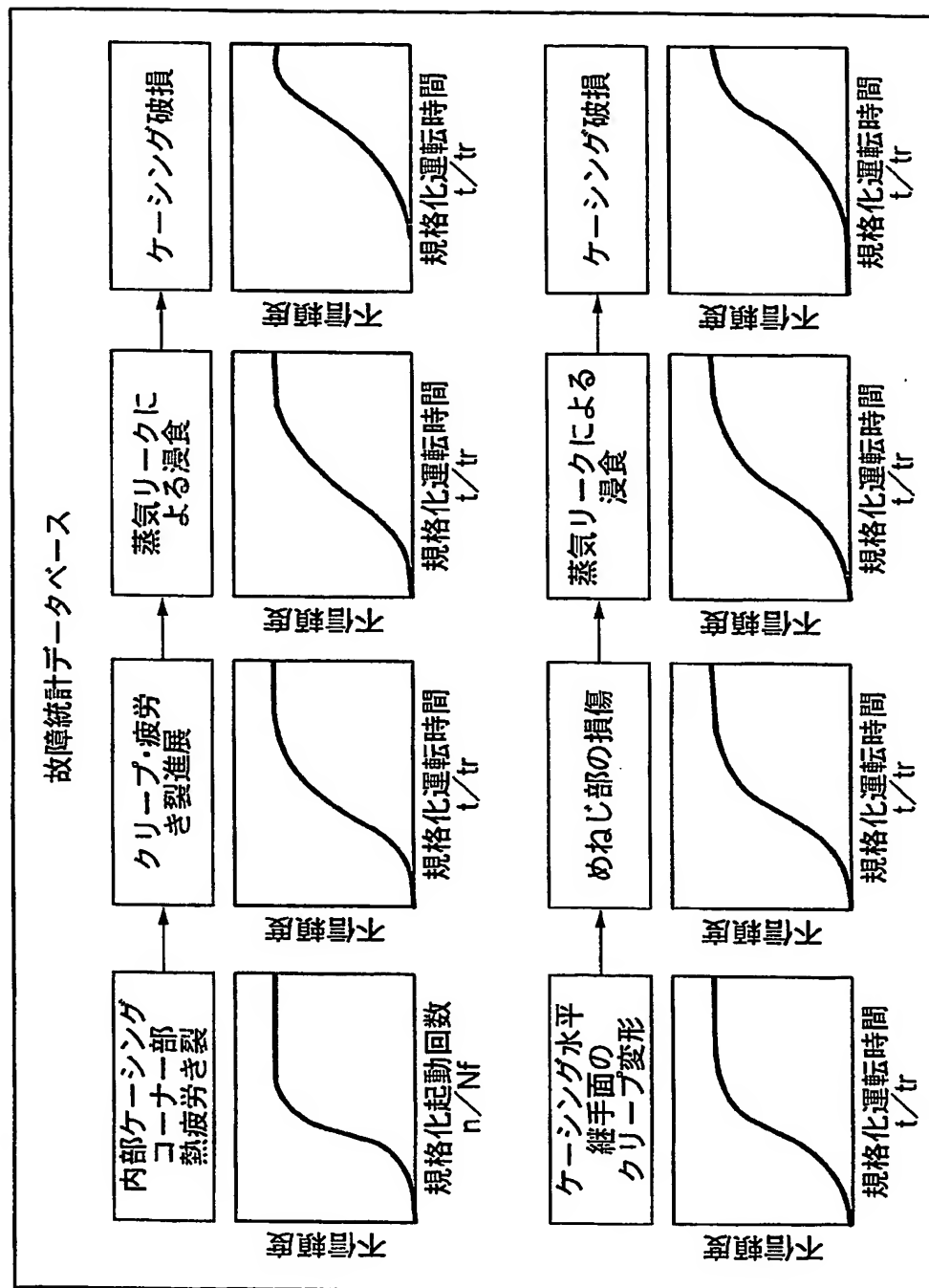
【図 4】



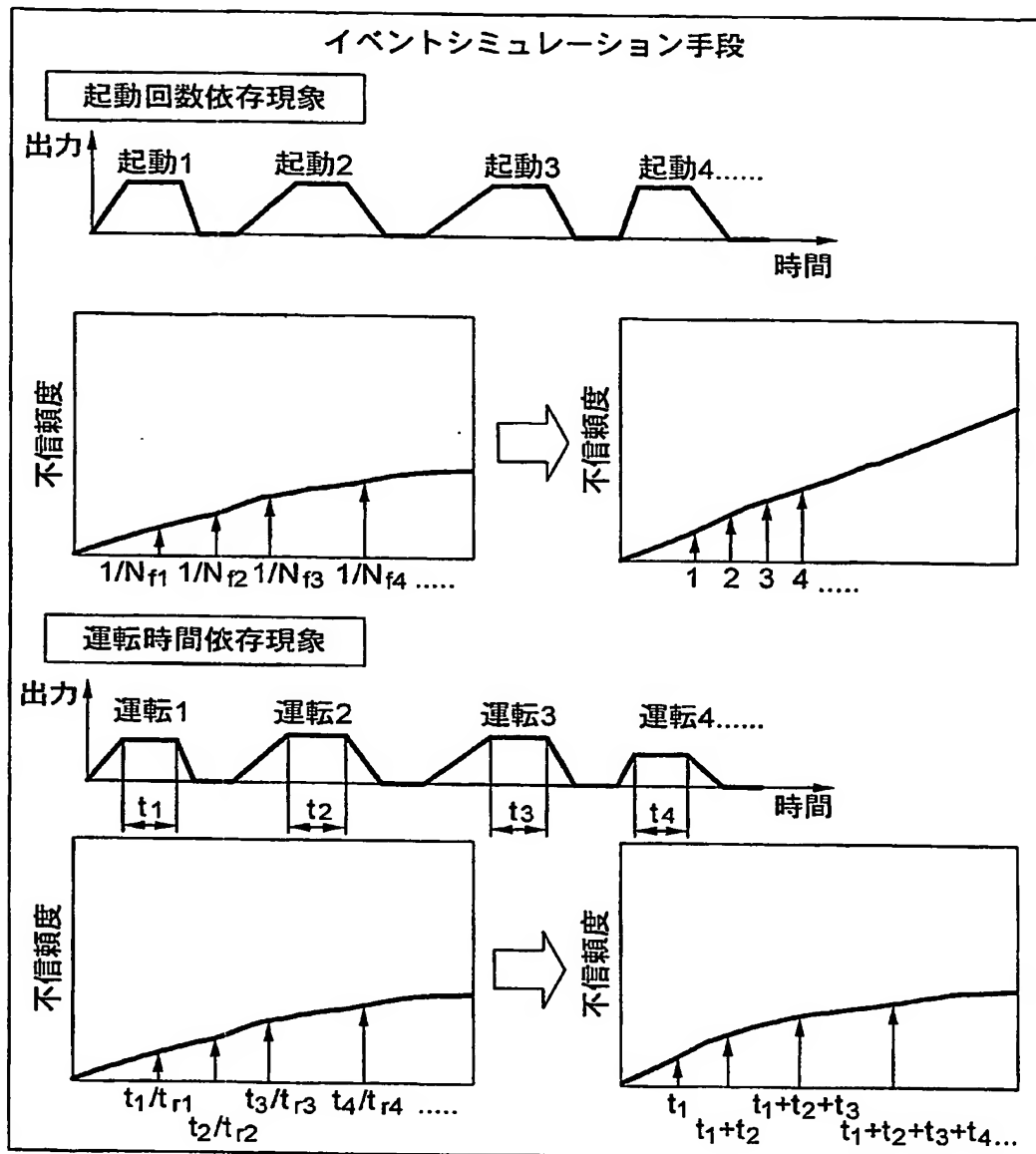
【図 5】



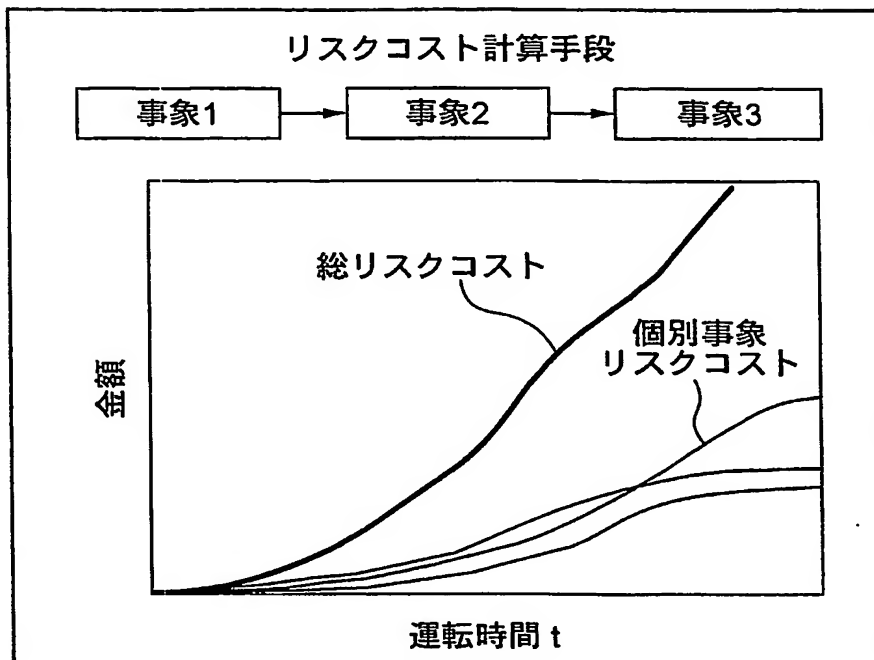
【図6】



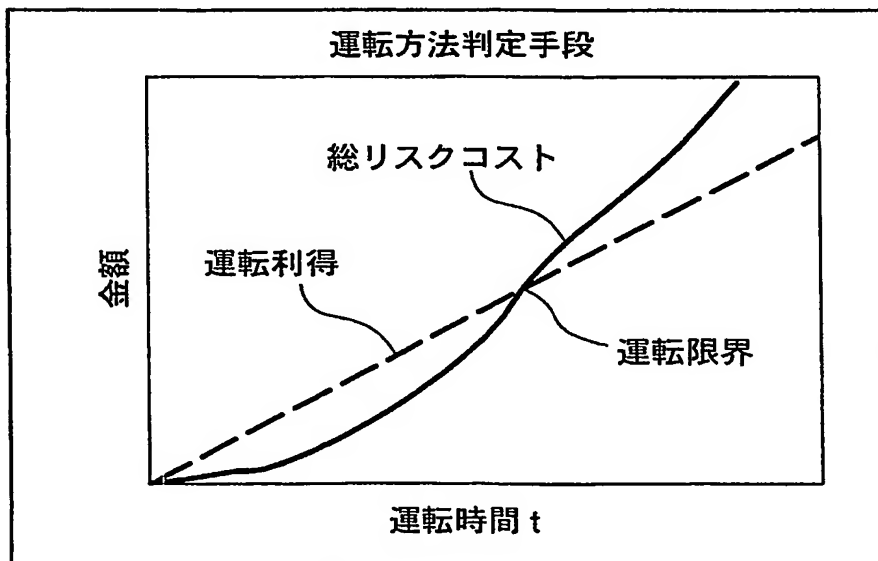
【図 7】



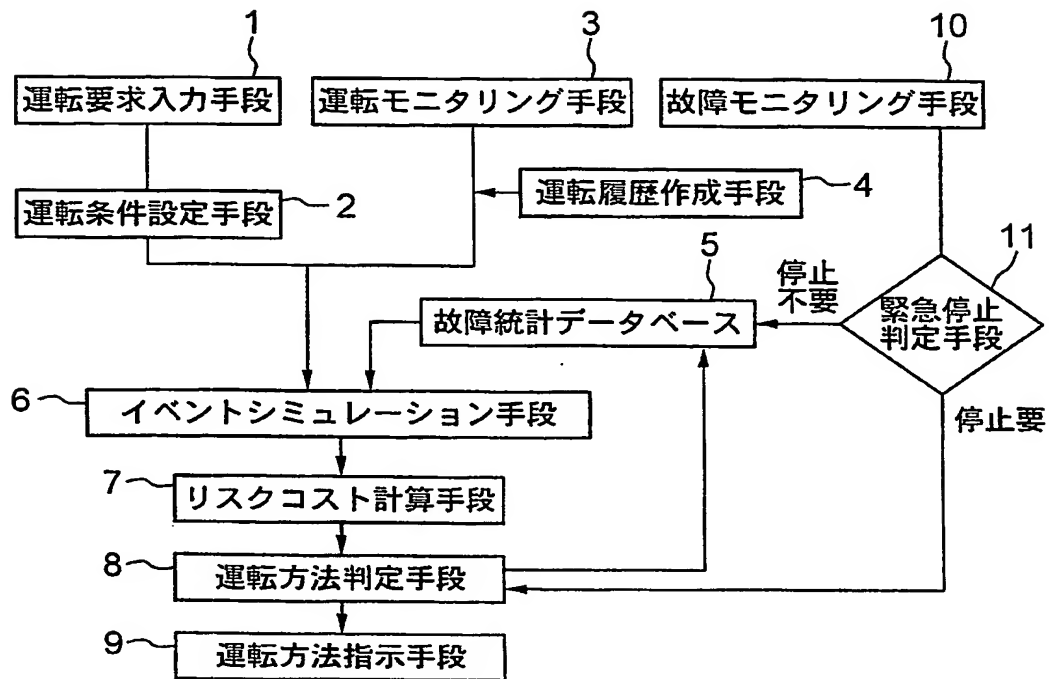
【図 8】



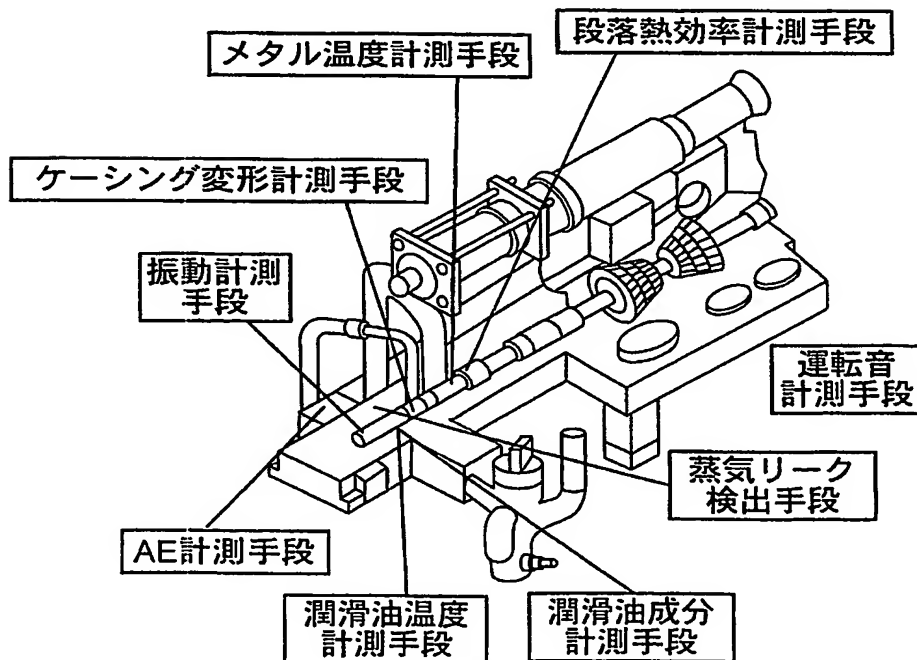
【図 9】



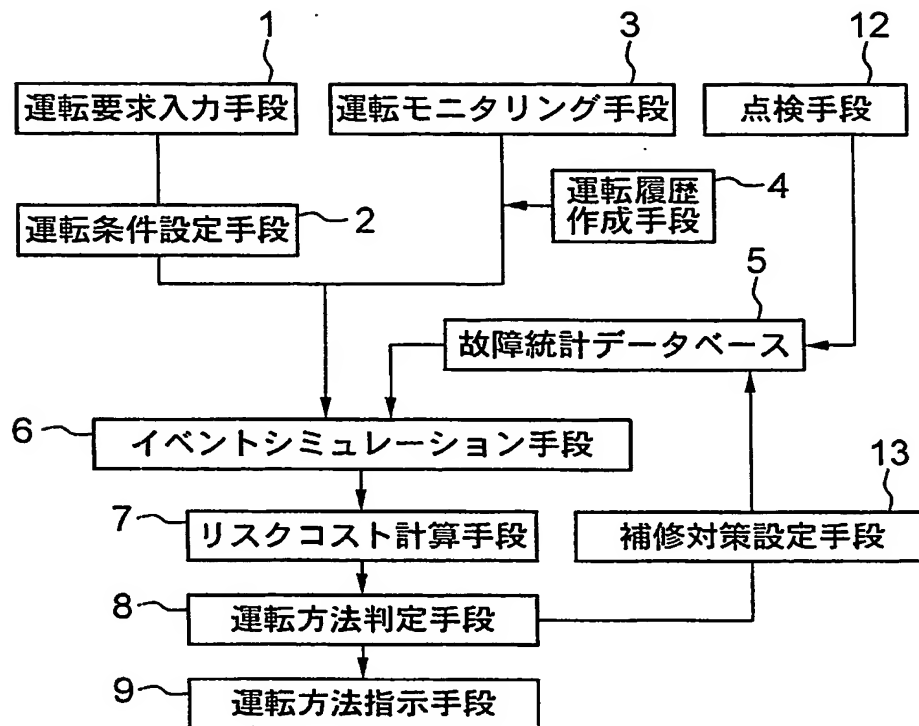
【図 10】



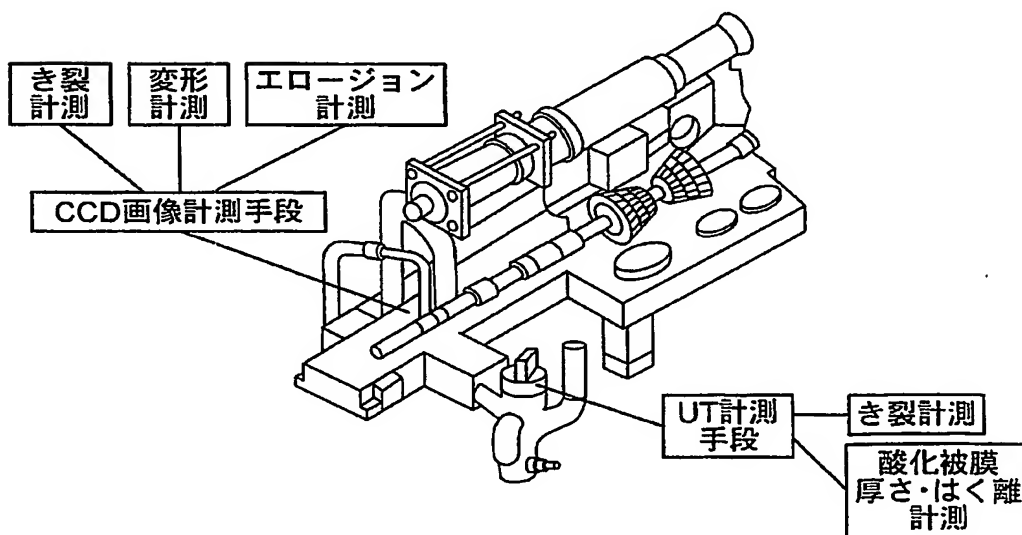
【図 11】



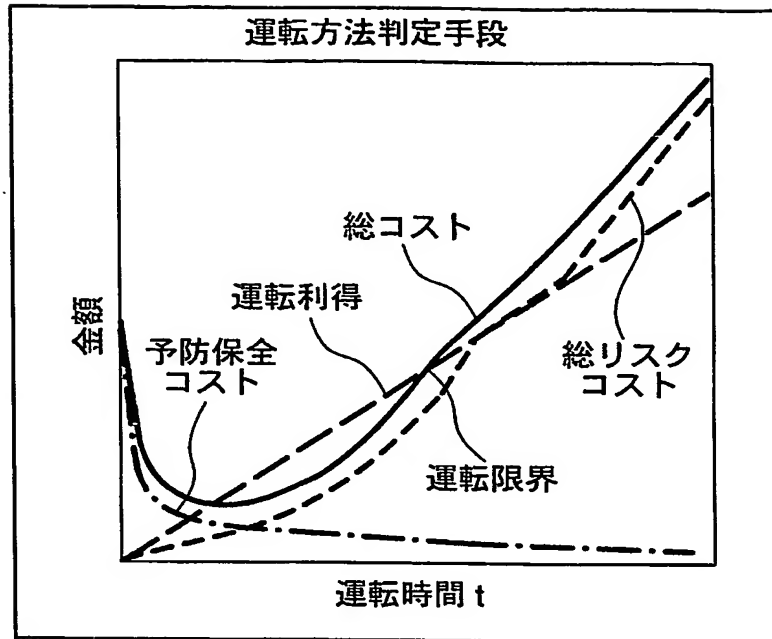
【図 1 2】



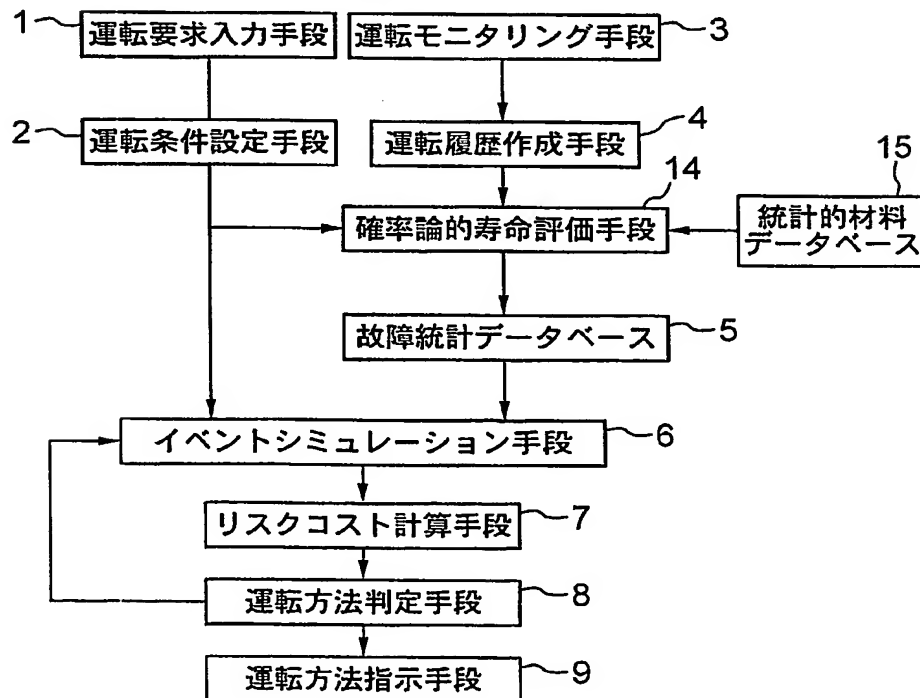
【図 1 3】



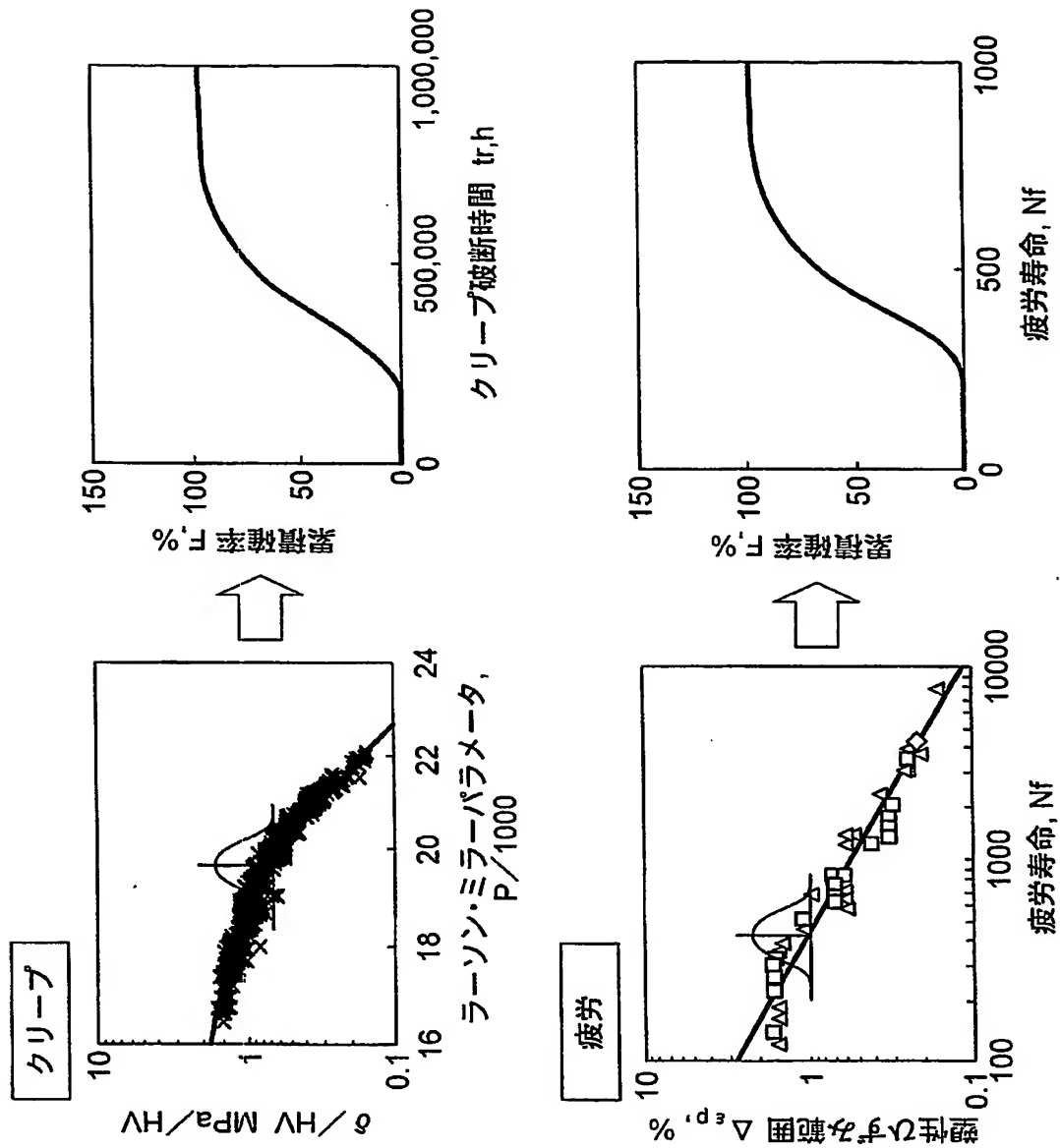
【図 14】



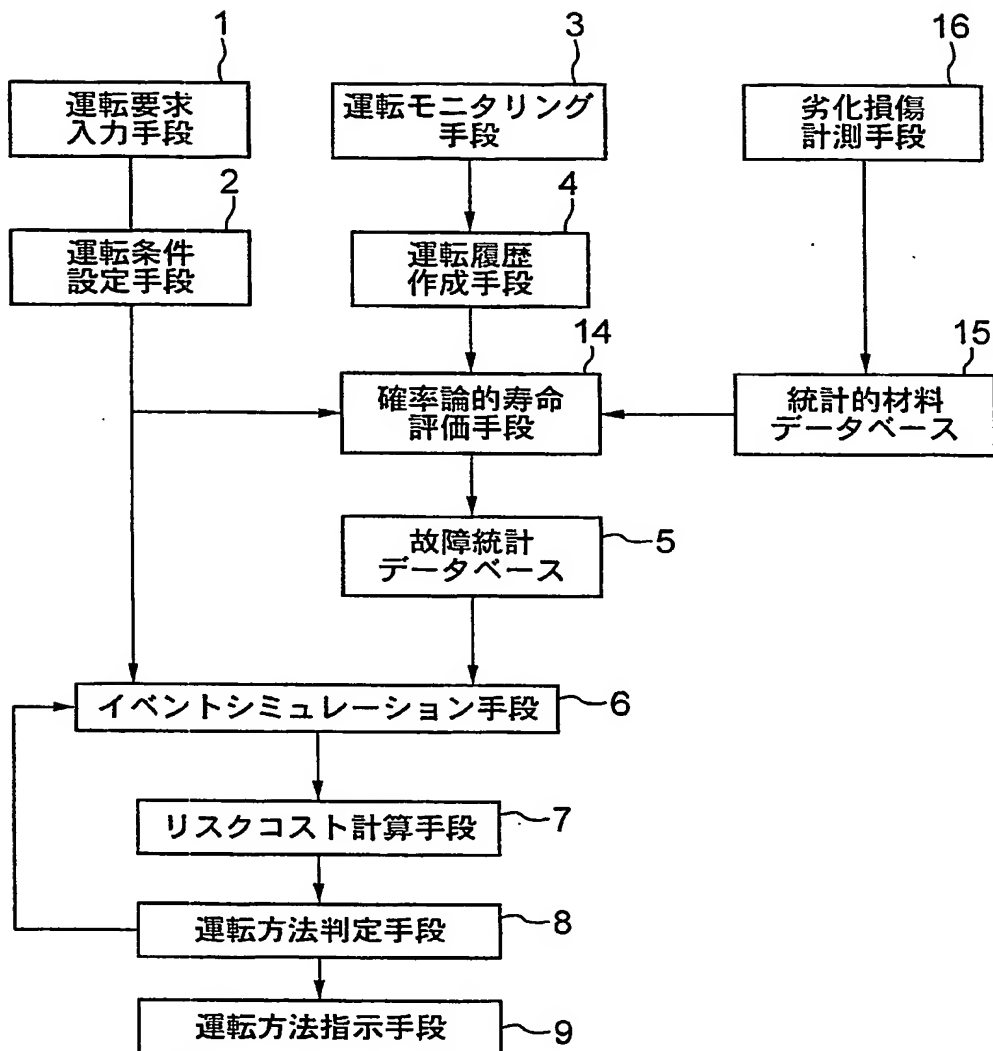
【図 15】



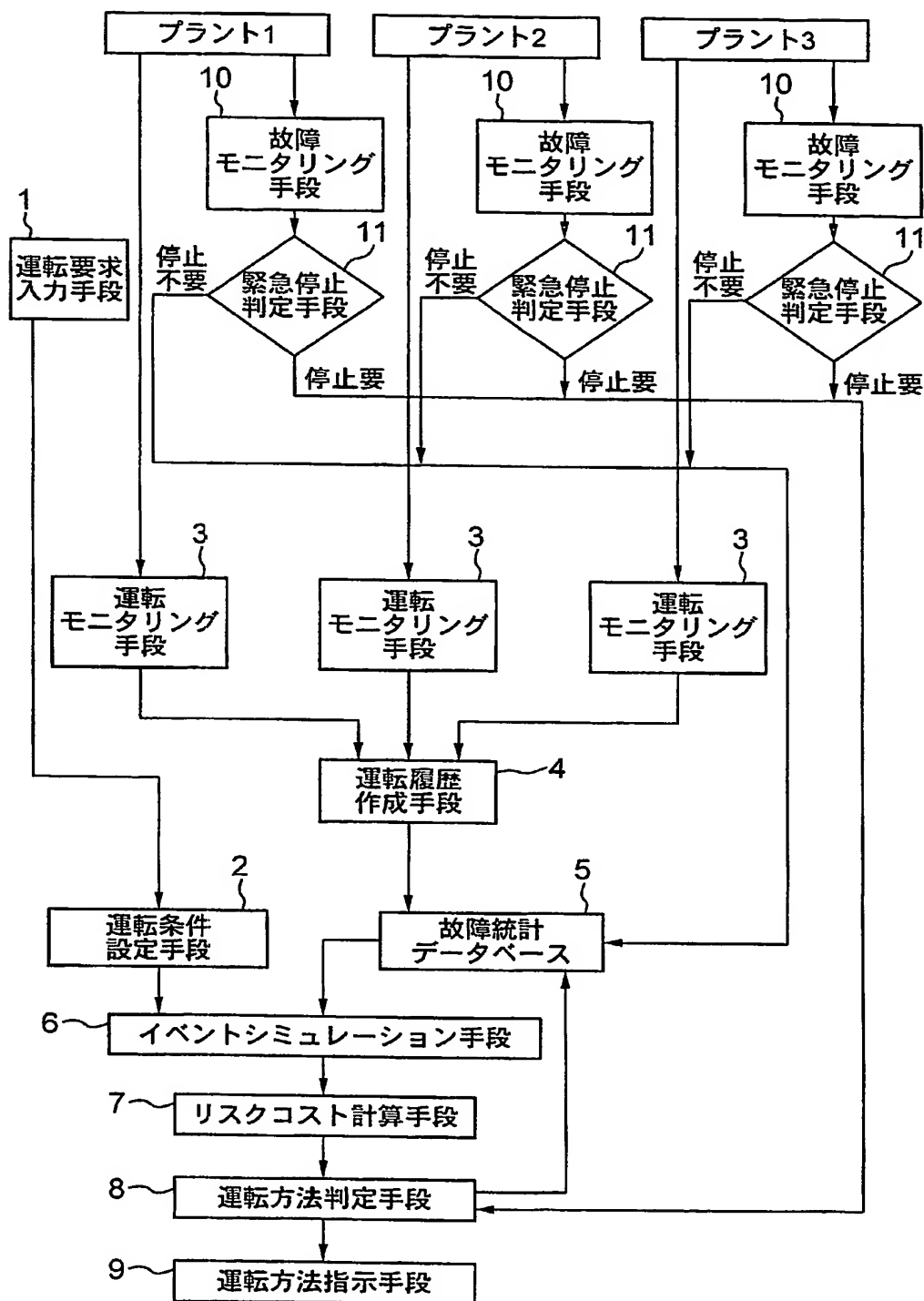
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラントを構成する機器の破損・性能低下・機能停止に関するリスクコストを予測し、運用による利得と比較しながら最適な運用方法を選択し指示する装置を提供すること。

【解決手段】 プラント機器の運転要求項目の情報を入力する運転要求入力手段 1 と、前記運転要求入力手段により入力された運転要求入力情報をプラント機器の運転パラメータに変換する運転条件設定手段 2 と、前記プラント機器の運転状態を監視する運転モニタリング手段 3 と、前記運転条件設定手段により変換された前記運転パラメータの時系列処理を行って運転履歴を作成する運転履歴作成手段 4 と、前記プラント機器のイベントツリーと故障事象に対する不信頼度とを関連付けて予め記憶した故障統計データベース 5 と、前記故障統計データベースの情報、運転要求情報および運転履歴情報を基に前記プラント機器のイベントツリーにしたがって前記運転パラメータに対応した不信頼度を計算するイベントシミュレーション手段 6 と、前記イベントツリーにしたがって前記不信頼度と前記復旧コストとの積を累計してリスクコストを計算するリスクコスト計算手段 7 と、前記リスクコストと運転継続により予定される利得との比較から運転条件の適否を判定する運転方法判定手段 8 と、前記運転方法は定手段により判定された運転方法に応じて前記プラント機器に指定運転条件を指示する運転方法指示手段 9 とをそなえたプラント機器の運用支援装置。

【選択図】 図 1

特願 2002-255278

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝